

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 07133743  
PUBLICATION DATE : 23-05-95

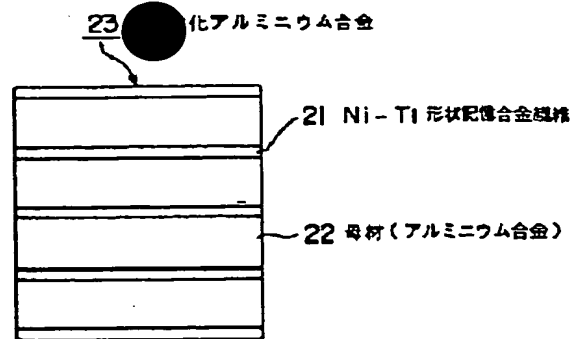
APPLICATION DATE : 09-11-93  
APPLICATION NUMBER : 05302192

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

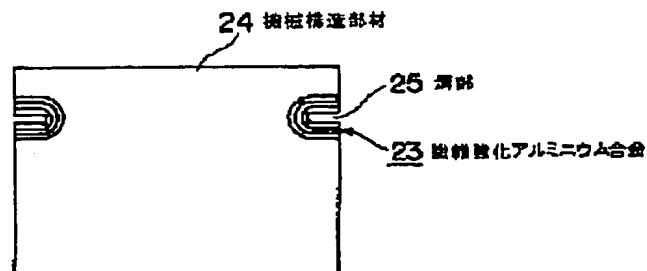
INVENTOR : KII HIRONORI;

INT.CL. : F02F 3/00 F02F 3/00 F16J 1/01 F16J 9/00

TITLE : SHAPE MEMORY ALLOY FIBER REINFORCED ALUMINUM



(a)



(b)

ABSTRACT : PURPOSE: To suppress generation of fatigue crack on a piston ring groove part caused by means of repeat of thermal stress and mechanical stress.

CONSTITUTION: Ni-Ti shape memory alloy fiber 21 is arranged in one direction on the base material 22 of aluminum alloy by a method such as a hot press method or a flame spray method so as to manufacture fiber reinforced aluminum alloy 23 having good fatigue strength. The fiber reinforced aluminum alloy 23 is arranged around a piston ring groove part on which stress is concentrated so as to manufacture a shape memory alloy fiber reinforced aluminum piston capable of suppressing generation of fatigue crack on the ring groove part.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-133743

(43)公開日 平成7年(1995)5月23日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 F	3/00	N		
		3 0 2 B		
F 1 6 J	1/01			
	9/00	A		

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-302192

(22)出願日 平成5年(1993)11月9日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 ウィリアム デー アームストロング  
長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三  
菱重工業株式会社長崎研究所内

(72)発明者 紀 博徳  
長崎県長崎市深堀町5丁目717番1号 三  
菱重工業株式会社長崎研究所内

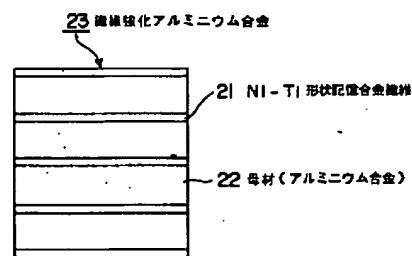
(74)代理人 弁理士 長屋 二郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 形状記憶合金繊維強化アルミニウムピストン

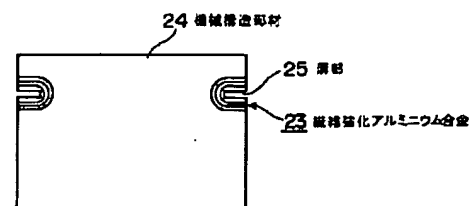
(57)【要約】

【目的】 本発明の目的は、熱応力や機械的応力の繰返しなどによるピストンリング溝部での疲労き裂の発生を抑制できるようにしたエンジン用の形状記憶合金繊維強化アルミニウムピストンを提供することにある。

【構成】 アルミニウム合金の母材22にNi-Ti形状記憶合金繊維21をホットプレス法や溶射法などの方法で一方向に配向させることにより、疲労強度の優れた繊維強化アルミニウム合金23を製造することができる。該繊維強化アルミニウム合金を応力が集中するピストンリング溝部の周囲に配置することにより、該リング溝部における疲労き裂の発生を抑制できる形状記憶合金繊維強化アルミニウムピストンを製造することができる。



(a)



(b)

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 熱応力や機械的応力によるき裂の発生を防止するために、リング溝部（32）をN1-T1形状記憶合金繊維強化アルミニウム合金（23）によって部分強化したことを特徴とする形状記憶合金繊維強化アルミニウムピストン。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高強度アルミニウム合金に関する。特に熱応力や機械的応力の繰返しに対する強度向上を必要とするエンジン構造部材に有利に適用できる。

【0002】

【従来の技術】一般にエンジンのピストンはアルミニウム合金で製造されているが、図4に示すように、ピストンリングを装着するための溝部32、特にトップリング溝部33には熱応力や機械的応力の繰返しなどにより、疲労き裂43を生じることがあり問題点として指摘されていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は前記問題点を解決し、エンジンのピストンヘッド部のピストンリングを装着するための溝部32、特にトップリング溝部33における疲労き裂の発生を防止するため、該リング溝部をN1-T1形状記憶合金繊維強化アルミニウム合金によって部分強化した形状記憶合金繊維強化アルミニウムピストンを提供することを目的としている。

【0004】

【課題を解決するための手段】疲労強度の優れた繊維強化アルミニウム合金を、機械構造部材の応力集中が発生する溝部や頭部の周囲に配置することにより、疲労強度を向上させることができる。図1（a）に示すように、アルミニウム合金の母材22にN1-T1形状記憶合金繊維21をホットプレス法、溶射法などの方法で一方に配向させることにより、疲労強度の優れた繊維強化アルミニウム合金23を製造することが可能である（特願平5-68366）。このようなN1-T1形状記憶合金繊維強化アルミニウム合金23を、図1（b）に示すように機械構造部材24の応力が集中する溝部25の周囲に配置することにより、疲労き裂の進展を抑制し、機械構造部材24の疲労強度を向上させることが可能となる。

【0005】

【作用】N1-T1形状記憶合金繊維21を用いた繊維強化アルミニウム合金23には、形状記憶合金繊維が有する形状記憶効果や超弾性効果などにより、アルミニウム合金の母材22に圧縮残留応力が誘起され、その誘起された圧縮残留応力は疲労によって発生したき裂を閉じる作用を有する。図2（a）を参照してその作用を説明する。N1-T1形状記憶合金繊維21を用いた繊維強

2

化アルミニウム合金23の機械構造部材の左側面に、熱応力や機械的応力の繰返しにより疲労き裂42が生じた場合、き裂の始端部ではアルミニウム合金の母材22と共に何本かの形状記憶合金繊維21が破断されているが、き裂の終端部近傍では母材22は破断されているが、若干の繊維21は破断されていない。前記した疲労き裂を閉じる作用52は、疲労き裂42の発生部で破断されずに残った形状記憶合金繊維21の形状記憶効果によってアルミニウム合金の母材22に生じた圧縮残留応力（矢印で図示）によるものである。

【0006】図2（b）は、疲労き裂が閉じられることにより、N1-T1形状記憶合金繊維強化アルミニウム合金23の疲労き裂伝播速度が低下し、疲労き裂伝播抵抗は増大することを、母材であるアルミニウム合金22と対比して示した説明図である。図2（b）において、 $da/dN$ は1サイクル当りのき裂生長量を示すき裂伝播速度で、 $a$ はき裂長さ、 $N$ は応力の繰返し回数である。 $K$ は応力拡大係数とよばれ、き裂伝播速度を支配するパラメータで、応力 $\sigma$ とき裂長さ $a$ によって決まる。横軸にとった $\Delta K$ を同じとして、アルミニウム合金（点線）のき裂伝播速度と繊維強化アルミニウム合金（実線）のき裂伝播速度を比較すると、後者のほうがき裂伝播速度 $da/dN$ が低い。ここで、 $K$ は $\sigma\sqrt{\pi a}$ に等しいことから、同一の外力（応力）を加えた場合、アルミニウム合金より繊維強化アルミニウム合金のほうがき裂伝播速度が低いことを示している。

【0007】縦軸にとったき裂伝播速度 $da/dN$ を同一として比較すると、アルミニウム合金より繊維強化アルミニウム合金のほうが大きな作用力を必要とすること、即ちき裂伝播抵抗が増大していることを示している。図においてアルミニウム合金の特性の線（点線）から出ている矢印付きの直線はアルミニウム合金の母材をN1-T1形状記憶合金繊維で強化することにより、き裂伝播抵抗が増大する成果を示している。

【0008】き裂の伝播速度の低下、即ちき裂の生長する速度が遅くなることは、破壊に至るまでの寿命が延びることであるから、図1（b）で示したようにN1-T1形状記憶合金繊維強化アルミニウム合金を機械構造部材の溝部の周囲に配置することにより疲労強度を向上させることが可能となる。さらに、N1-T1形状記憶合金繊維強化アルミニウム合金を、機械構造部材の特定した部分にのみ限定して使用することにより、該構造部材全体の加工性を良好に保ち、且つまた比較的高価な材料を使用することによるコストの上昇を最小限に抑制することも可能となる。

【0009】

【実施例】本発明による製造された機械構造部材の実施例として、形状記憶合金繊維強化アルミニウムピストン31を図3（a）、（b）に示す。アルミニウムピストン31の頭部には、ピストン31とシリンダ36の間の

3

気密保持と、ピストン31の熱をシリンダ36に逃がすためにピストンリングが装着され、このピストンリング装着用の溝が設けられている。従来のアルミニウム合金製のピストンでは、図4に示すようにピストンリング装着のための溝部、特にトップリング溝部33には、熱応力や機械的応力の繰返しなどにより疲労き裂43を生じることがある。そこで、図3(b)に示すように、トップリングの溝部33の周囲にNi-Ti形状記憶合金繊維強化アルミニウム合金23を局部的に配置し、疲労き裂の伝播を遅らせる作用をさせることにより、該溝部の疲労強度の向上を図ることが可能になる。なお別の手段として図3(b)に示すように、メッシュ状にしたNi-Ti形状記憶合金繊維34により強化することも有効である。このような手段によれば、トップリング溝部33の位置については、頂面35との間に特に間隔をとらなくても当該溝部を強化することが可能となり、エンジンの排ガス性能を低下することなく、疲労強度の向上を図ることが可能となる。

【0010】

【発明の効果】疲労強度の優れたNi-Ti形状記憶合金繊維強化アルミニウム合金を、エンジンのピストンへ

4

ッド部のピストンリング装着のための溝部、特にトップリング溝部の周囲に配置することにより、該リング溝部の疲労強度を向上させたエンジンピストンを製造することを可能とした。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による機械構造部材の説明図。

【図2】本発明による疲労強度向上の効果を示す説明図。

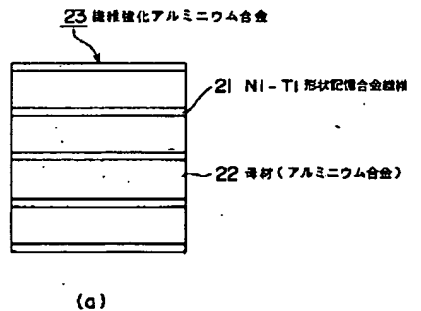
【図3】本発明の実施例に係るエンジンピストンの説明図。

【図4】従来のエンジンピストンにおけるき裂発生状況の説明図。

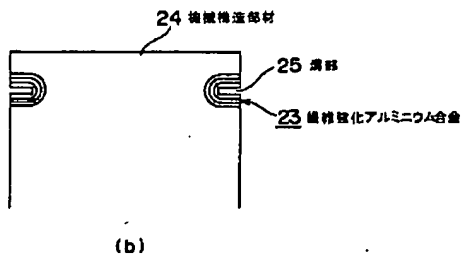
【符号の説明】

21…Ni-Ti形状記憶合金繊維、22…母材（アルミニウム合金）、23…繊維強化アルミニウム合金（Ni-Ti形状記憶合金繊維）、24…機械構造部材、25…溝部、31…ピストン、33…トップリング溝、34…メッシュ状Ni-Ti形状記憶合金繊維、35…頂面、36…シリンダ、42…疲労き裂、43…疲労き裂、52…き裂を閉じる作用。

【図1】

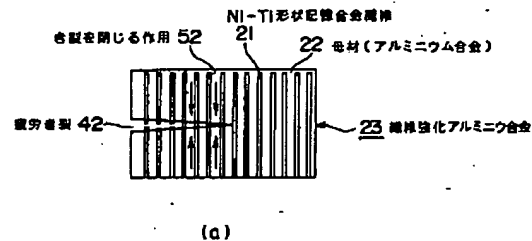


(a)

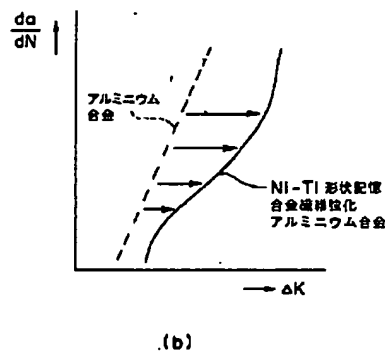


(b)

【図2】

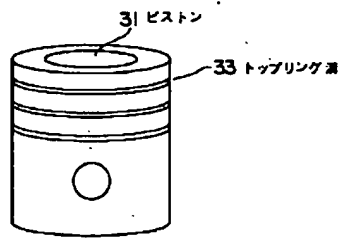


(a)



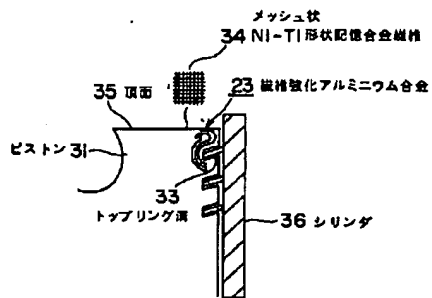
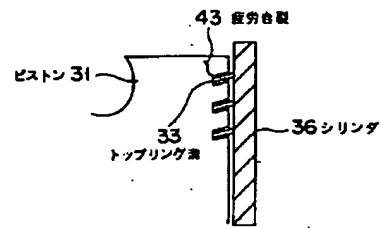
(b)

【図3】



(a)

【図4】



(b)